

La bussola

La **bussola** è uno strumento indispensabile per orientarsi perché il suo **ago magnetico** indica sempre il **nord**. Questo è possibile grazie al fatto che la Terra si comporta come una gigantesca calamita, con un campo magnetico debole ma sufficiente ad agire sugli aghi delle bussole, i quali, liberi di ruotare attorno ad un asse, si posizionano lungo la direzione nord-sud. Di solito l'ago su una delle due punte ha un colore diverso o il disegno di una freccia, in modo da capire qual è il nord.

Nell'immagine seguente possiamo vederne i tre modelli più usati, le cui differenze saranno spiegate più avanti; la terza è trasparente per facilitare la lettura quando la si appoggia sulla carta topografica.

Per essere funzionale una bussola deve avere almeno il **collimatore** e la corona esterna girevole, per misurare meglio l'**azimut**. Altre caratteristiche di pregio sono: possedere un coperchio che la protegge dagli urti, avere un righello millimetrato sulla base, avere un gancio o un laccio per poterla appendere e l'essere riempita di liquido. Quest'ultimo tende a frenare il movimento dell'ago, evitando che si muova continuamente, e aiuta a mantenere l'orizzontalità durante il rilevamento, grazie alla bolla d'aria contenuta, la quale va tenuta quanto più possibile al centro del quadrante.

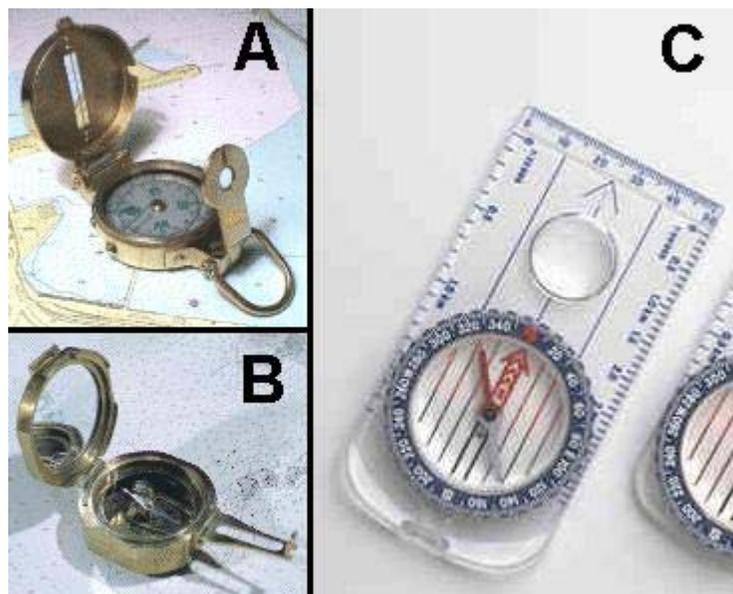


Figura 1

Di solito al di sotto dell'ago sono segnati i punti cardinali ed una scala graduata in cui l'intera circonferenza è suddivisa in **360 gradi sessagesimali**. Questi sono chiamati così perché la loro base di numerazione è il 60 e non il 10 come nel sistema metrico decimale: infatti un grado è diviso in 60 **primi** ed un primo in 60 **secondi**. Notiamo quindi che il nord corrisponde a zero gradi (che è anche 360°), l'est a 90°, il sud a 180° e l'ovest a 270°.

Su alcune bussole si può trovare anche la **scala millesimale**, che divide la circonferenza in 6400 millesimi (si scrive 6400°), di cui in genere vengono riportate solo le prime due cifre. Quindi, come si può vedere dal raffronto della figura 2, i 90° coincidono con 1600°, a 180° corrispondono 3200°, ecc. Questo tipo di scala è usata specialmente in ambito militare.

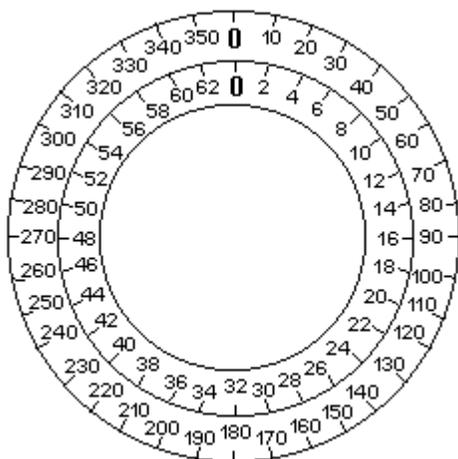


Figura 2

L'ago di una bussola ruota fino a indicare il nord, ma questo non è proprio il polo nord della Terra, perché il suo campo magnetico non coincide con l'asse terrestre. L'ago quindi punta verso il **nord magnetico**, che si trova in una zona all'estremo settentrione del Canada e come se non bastasse si sposta continuamente, avvicinandosi a poco a poco al polo **nord geografico**.

Osservando la figura 3 possiamo capire meglio il fenomeno della **declinazione magnetica**, la quale essendo un angolo, si misura in gradi.

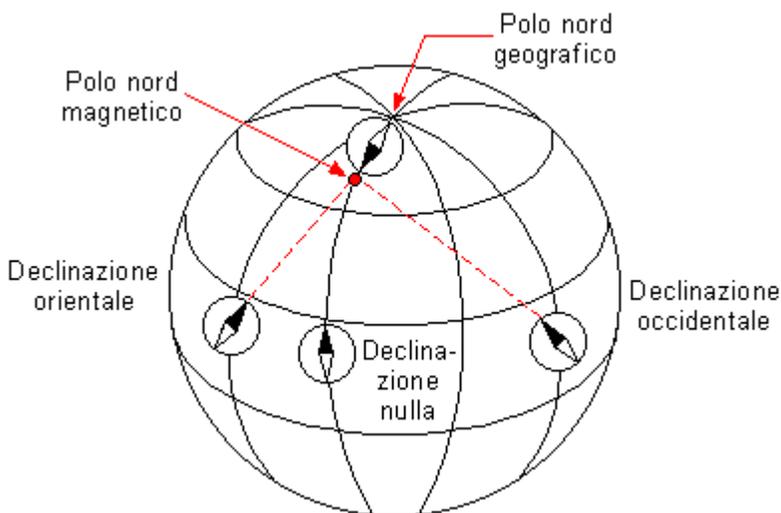


Figura 3: la declinazione magnetica

Fortunatamente in Italia questo fenomeno è minimo, di pochissimi gradi, ma assume una notevole importanza se ci troviamo all'estero, dove potremmo incorrere in errori grossolani se non ne teniamo conto: pensate ad esempio a chi si trova nella zona compresa tra il nord magnetico ed il nord geografico, dove la bussola indica praticamente il sud! In ogni caso sulle cartine è sempre indicato il valore della declinazione misurato alla data del rilevamento ed il modo per calcolare quello attuale.

La scala graduata serve per misurare l'**azimut** (dall'arabo *as-sumut* = "direzioni"), che è l'angolo compreso tra il nord, la nostra posizione ed il punto scelto come riferimento, ad esempio un albero particolare come in figura 4.

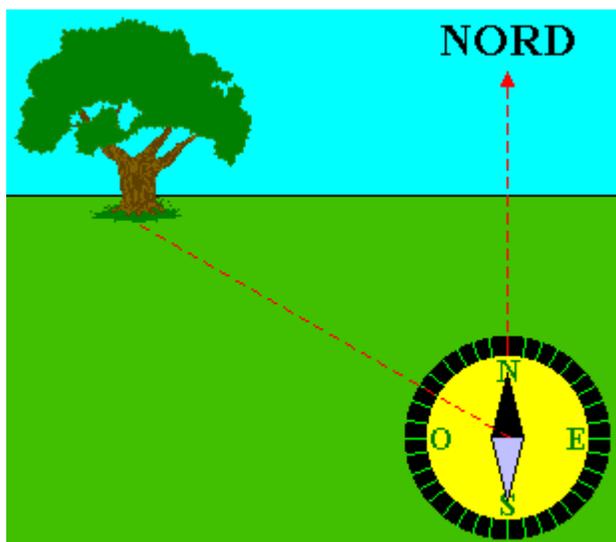


Figura 4: l'angolo chiamato azimut

Tenendo la bussola ben orizzontale, portatela all'altezza degli occhi (figura 5) e traggurate il vostro punto attraverso il **collimatore**, cioè il mirino, il quale può essere costituito da un filo teso verticalmente ed una mini lente d'ingrandimento (figura 1 A) oppure da due tacche segnate sul quadrante (figura 1 C), magari integrate con uno specchietto (figura 1 B).

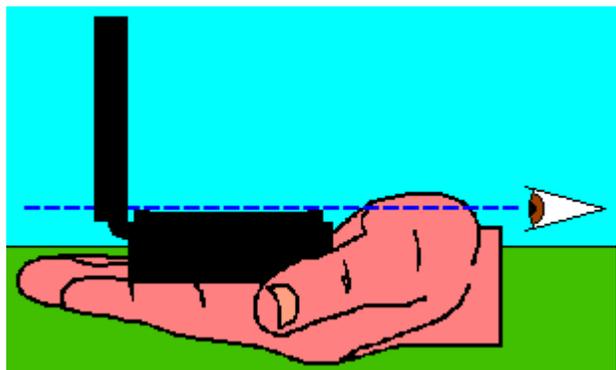


Figura 5: come si traggura il punto attraverso il collimatore

A questo punto ruotate la ghiera esterna finché lo zero coincide con l'ago magnetico (figura 6) e quindi leggete, attraverso la lente o lo specchietto, il valore che si trova in corrispondenza della tacca del mirino: quello è l'angolo di azimut. Occorre ricordare che nella misurazione bisogna procedere sempre in **senso orario**, partendo dal nord e mai viceversa: nel nostro esempio, il punto si trova a 300° e non a 60°.

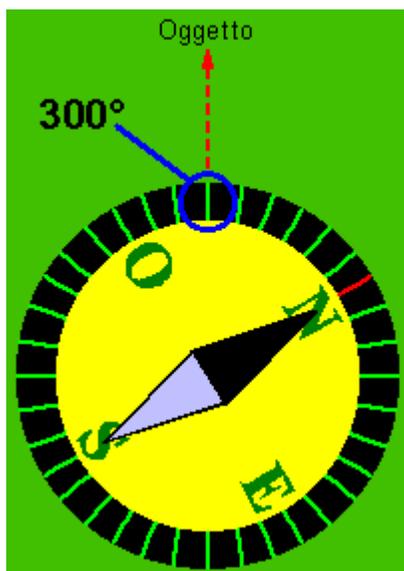


Figura 6: lettura del valore dell'azimut

Quando usate la bussola fate attenzione a tenerla lontana dagli oggetti metallici (cancelli, segnali stradali, automobili, ecc.) e da sorgenti elettromagnetiche (cabine di trasformazione, tralicci dell'alta tensione, telefoni cellulari, ecc.), perché i loro campi magnetici ne alterano il funzionamento.

Cartografia

La topografia è la **scienza che ci permette di rappresentare sulla carta una piccola zona della superficie terrestre con tutti i suoi particolari**. Per fare ciò si effettuano, con appositi strumenti e vari calcoli geometrici, delle misurazioni direttamente sul terreno, con le quali si determina la posizione di alcuni punti notevoli di riferimento. I dettagli si aggiungono poi con la tecnica dell'**aerofotogrammetria**, ricopiandoli da una serie di fotografie scattate da un aereo in volo. Vengono segnati sia l'ambiente naturale che le opere costruite dall'uomo.

Una carta **geografica** non è la stessa cosa di una **topografica**, anche se entrambe sono una rappresentazione **ridotta, approssimativa e simbolica** della superficie terrestre. La differenza sta nella scala e quindi nell'estensione del territorio e nella ricchezza dei dettagli: le carte geografiche, infatti, possono raffigurare anche una nazione intera o un continente o tutto il mondo.

In base alla scala le carte si possono classificare in:

- **piante**, per i centri abitati, e **mappe**, per le campagne, fino a 1:10.000 (figura 7);
- **carte topografiche**, da 1:10.000 a 1: 100.000 (figura 8);
- **carte corografiche**, da 1:100.000 a 1:1.000.000 (figura 9);
- **carte generali o geografiche propriamente dette**, da 1:1.000.000 a 1:100.000.000 (figura 10);
- **mappamondi**, oltre 1:100.000.000.

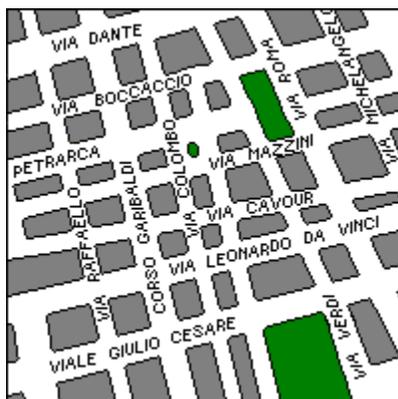


Figura 7: pianta cittadina

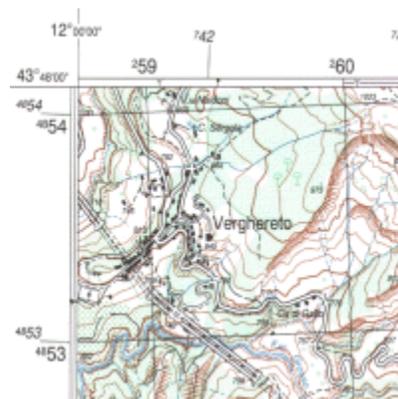


Figura 8: carta 1:25.000



Figura 9: carta 1:250.000



Figura 9: carta 1:2.500.000

Rispetto al contenuto, invece, le carte possono essere (tra l'altro):

- **fisiche**, se riproducono dettagliatamente le forme del terreno, i corsi d'acqua ed altri punti naturali;
- **politiche**, se indicano i confini (statali, regionali, ecc.), le città, le vie di comunicazione;
- **orografiche**, se mettono in evidenza i rilievi montuosi;
- **idrografiche**, se mostrano in particolare i corsi d'acqua;
- **nautiche**, se delineano le coste, i fondali marini, le correnti ed i punti pericolosi;
- **turistiche**, se descrivono i luoghi di particolare interesse turistico.

Abbiamo detto che la carta topografica è una rappresentazione simbolica, il che significa che i particolari non sono disegnati come sono nella realtà, ma con un simbolo, il cui significato è sempre illustrato nella parte inferiore della cartina, la **legenda**.

Per sapere a quanto corrisponde nella realtà una misura presa sulla cartina, bisogna moltiplicarla per il valore indicato dalla **scala numerica**. Ad esempio 1:50.000 significa che due centimetri sulla carta equivalgono a: $50.000 \times 2 = 100.000$ centimetri sul terreno, cioè ad un chilometro.

La **scala grafica**, invece, permette una lettura diretta senza fare calcoli (come il coordinatometro). Come mostrato in figura 11, essa è formata semplicemente da una striscia divisa in tante parti uguali bianche e nere, ognuna delle quali corrisponde ad una lunghezza reale. Una volta presa la distanza sulla cartina con un righello o un compasso, la si riporta pari pari sulla scala grafica e si legge il valore corrispondente.

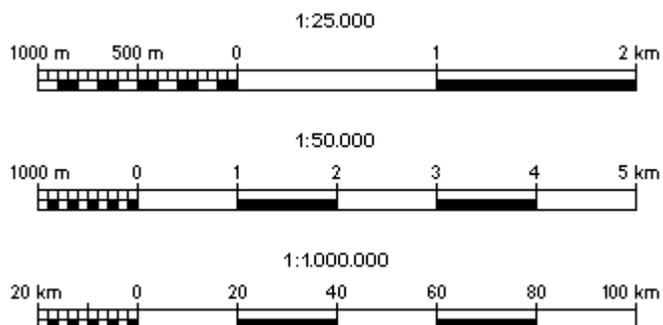


Figura 11: esempi di scale grafiche

Coordinate geografiche e coordinate chilometriche

Per individuare con certezza un qualsiasi punto sulla Terra, l'intero globo è stato suddiviso in tante parti, tracciando su di esso delle linee immaginarie, che chiudendosi formano delle circonferenze (vedere figura 12). Quelle "verticali" si incontrano tutte ai due **poli**, passano per l'asse terrestre e si chiamano **meridiani** (dal latino *meridianus* = "di mezzogiorno"; hanno questo nome perché uniscono tutti i punti che hanno il mezzogiorno nello stesso momento); questi sono 180 e hanno tutti la stessa lunghezza. Quelle "orizzontali" si chiamano invece **paralleli** (perché sono tutte parallele tra loro), sono sempre 180 e ognuna ha una lunghezza diversa dagli altri.

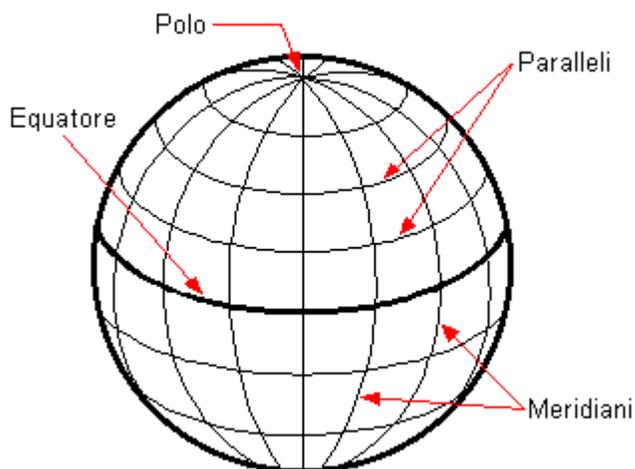


Figura 12: il reticolato geografico

Il parallelo più lungo, il numero zero, è l'**equatore** e divide la Terra in due parti uguali: l'**emisfero** a nord (dove viviamo noi) si chiama **boreale**, quello a sud **australe**. Man mano che ci si allontana dall'equatore, questi diventano sempre più corti, fino a diventare addirittura un punto in corrispondenza dei poli. I paralleli sono numerati progressivamente da 1 a 90, in direzione nord e sud, a partire proprio dall'equatore. Altri paralleli particolari sono: il **Tropico del Cancro** (23° 27' N), il **Tropico del Capricorno** (23° 27' S), il **Circolo Polare Artico** (66° 33' N) ed il **Circolo Polare Antartico** (66° 33' S). Dato invece che i meridiani sono tutti uguali, come riferimento si è scelto quello che passa per **Greenwich**, un quartiere di Londra; il senso della numerazione va verso est.

Meridiani e paralleli formano sulla superficie terrestre una specie di "rete", chiamata **reticolato geografico**: indicando una distanza dall'equatore (**latitudine**) e dal meridiano di Greenwich (**longitudine**) si può così individuare un unico punto della Terra.

Latitudine e longitudine si chiamano **coordinate geografiche** e vengono misurate in gradi sessagesimali, per evitare grossi numeri che esprimono chilometri. L'angolo indicato nella misura, ben visibile nella figura 12, è quello formato tra il punto da individuare, l'asse terrestre e il riferimento (equatore o Greenwich). Ad esempio Castel Del Monte, in Puglia, ha come coordinate: 41° 05' di latitudine nord e 16° 16' di longitudine est.

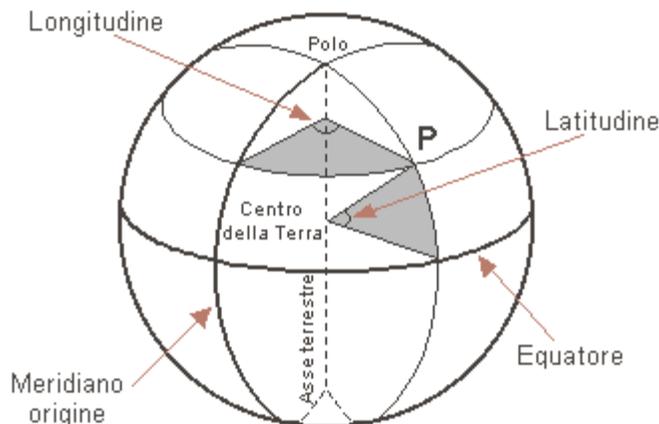


Figura 12: la latitudine e la longitudine

Le porzioni di territorio comprese tra due meridiani si chiamano **fusi** e sono a forma di "spicchio"; quelle comprese tra due paralleli si chiamano **fasce**.

Per costruire le carte topografiche il globo terrestre è stato suddiviso in 60 fusi e 20 fasce, che non corrispondono a quelli dei meridiani e dei paralleli di cui si parlava prima. Il riferimento di questi fusi, infatti, è il meridiano opposto a Greenwich (**antimeridiano**), che è un lato del fuso numero 1 (e del fuso numero 60); il riferimento per queste fasce, che sono indicate con lettere dell'alfabeto, è invece il polo sud e cominciano con la C, dato che la A e la B individuano la zona artica e le fasce Y e Z la calotta antartica.

I fusi hanno un'ampiezza angolare di 6°; le fasce di 8° e si estendono dall'ottantesimo parallelo sud all'ottantesimo parallelo nord. L'Italia si trova tra i fusi 32 e 33, con un pezzettino nel 34, e nelle fasce S e T e quindi nelle zone 32 S, 33 S, 34 S, 32 T, 33 T e 34 T.

Con questo sistema la Terra risulta divisa in 1.200 **zone**, che però sono ancora troppo grandi per poter essere disegnate su una cartina con tutti i particolari. Per questo motivo le zone sono state ulteriormente divise in tanti **quadrati di 100 km di lato**, costruiti tracciando le parallele all'equatore ed al meridiano centrale compreso nella zona: si forma così il **reticolato chilometrico**. Ogni quadrato è identificato da una coppia di lettere: la prima individua la colonna e la seconda la riga. Per capire meglio osserviamo la figura 13, dove è disegnata l'Italia con indicate le sei zone che la comprendono. Per semplicità sono indicate le lettere soltanto di alcuni quadrati.

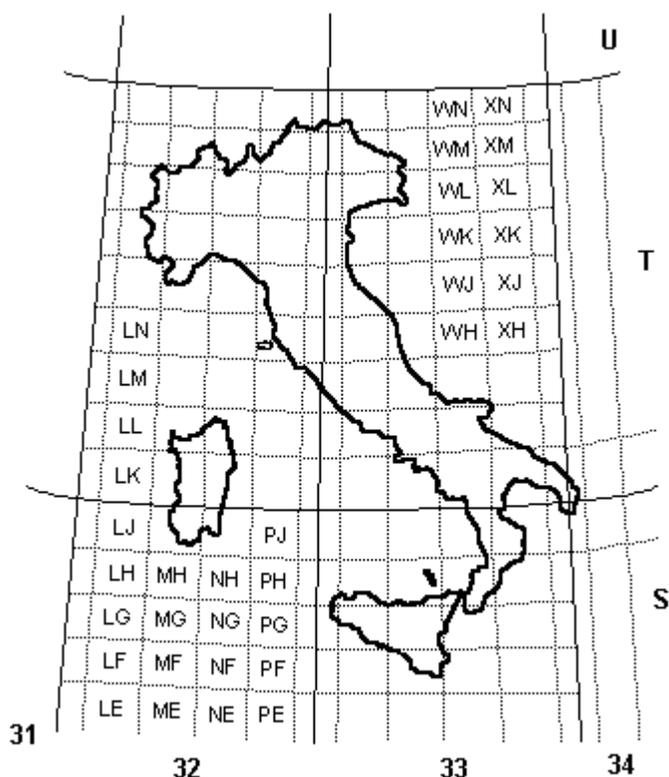


Figura 13: la suddivisione in quadrati di 100 km

Per quanto riguarda in modo più specifico l'Italia, l'Istituto Geografico Militare ha suddiviso il territorio nazionale in 285 parti quadrate, da non confondere con i quadrati di 100 km di cui si parlava prima, anche perché hanno un'estensione di 40 x 40 km. Ognuna di queste parti è stata rappresentata su una sola cartina in scala 1:100.000, chiamata **foglio**. Sono 285, ma le troverete numerate solo fino a 277, perché all'epoca della divisione (1872 - 1900) i confini italiani erano leggermente diversi; dopo la seconda guerra mondiale, con l'annessione di Trento e Trieste, sono stati creati i fogli 1A, 4A, 4B, 4C, 5A, 14A, 40A, 53A.

Per poter avere poi delle carte con più particolari, ogni foglio è stato diviso in 4 **quadranti**, indicati con numeri romani (I, II, III, IV), in scala 1:50.000. A loro volta i quadranti sono divisi in 4 **tavolette**, indicate con i punti cardinali (NE, SE, SO, NO), in scala 1:25.000. Ed infine anche le tavolette, in alcune zone, sono divise in 4 **sezioni**, indicate con lettere (A, B, C, D), in scala 1:10.000 (vedere figura 5.4).

Ogni singola cartina, inoltre, ha pure un titolo, che è la zona rappresentata. Quindi, ad esempio, **101 IV NO Monte Basso**, significa: foglio 101, quarto quadrante, tavoletta nord-ovest, titolo "Monte Basso".

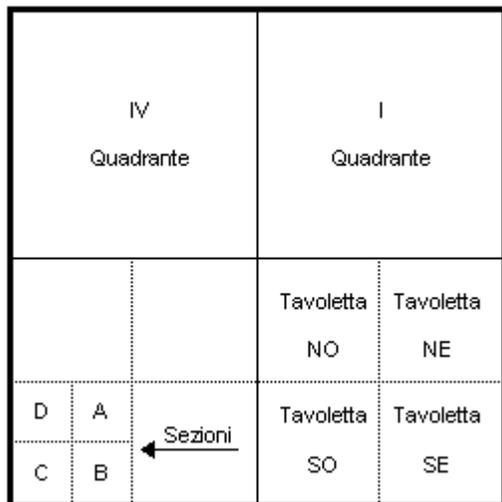


Figura 14: la suddivisione dei 285 fogli italiani

Su queste cartine italiane bisogna tenere presente che la longitudine dei punti non è misurata rispetto a Greenwich, ma rispetto al meridiano che passa per **Monte Mario**, che si trova vicino Roma ed ha longitudine $12^{\circ} 27' 08''$. Quindi se il punto che stiamo misurando si trova a oriente di Monte Mario ha longitudine est, se si trova ad occidente ha longitudine ovest.

Per trovare le **coordinate geografiche** di un punto (cioè latitudine e longitudine) su una carta topografica, bisogna innanzitutto tracciare su di essa il **reticolato geografico**, che non è quello già segnato (vedere più sotto). Osserviamo la figura 6.1: ai bordi della cartina si trova una cornice dove si alternano strisce bianche e nere; congiungendo tra loro i punti intermedi tra le strisce si ottiene questo reticolato, rappresentato dalle linee tratteggiate; le linee grigie continue mostrano invece il reticolato chilometrico, il quale, come si può vedere, non è ortogonale con quello geografico. La lunghezza delle strisce è di un primo di grado ($1'$) in entrambi i sensi, anche se le strisce verticali sono più lunghe di quelle orizzontali. Agli angoli della cartina sono indicati i valori limiti di coordinate geografiche e sono quelli scritti più in grande, mentre i valori scritti in piccolo sono stati, per così dire, aggiunti "a mano" nella figura. La latitudine aumenta sempre dal basso verso l'alto, mentre la longitudine aumenta da destra a sinistra se ci si trova ad est di Monte Mario e viceversa.

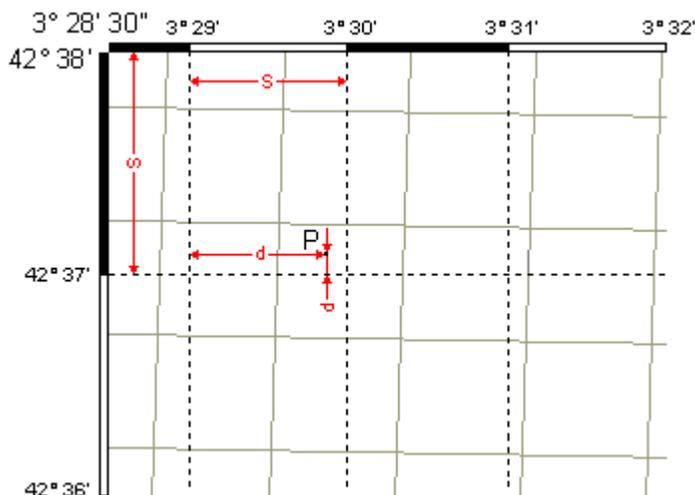


Figura 15: come tracciare il reticolato geografico

Le coordinate del punto P si trovano quindi con la seguente proporzione:

$$s : 60 = d : x$$

dove **s** è la lunghezza in centimetri di una striscia bianca o nera (ed è fissa); **60** sono i secondi contenuti in un primo (che abbiamo detto essere l'intervallo di una striscia); **d** è la distanza presa sulla carta, in centimetri, del nostro punto dal meridiano o dal parallelo più vicino con la coordinata più bassa; infine **x** risulterà il numero di secondi da aggiungere ai gradi ed ai primi già letti sulla carta.

Osservando più attentamente le strisce, ci si accorge che all'interno di esse sono disegnati anche dei simboletti, visibili nella figura 6.2: quello in alto è usato per il fuso ad ovest di Monte Mario, quello in basso per il fuso ad est. Congiungendo tra loro questi simboli viene fuori il **reticolato chilometrico italiano Gauss-Boaga**, seguendo le indicazioni dell'apposito specchietto stampato nella parte destra della cartina. Tutto ciò, però, ci interessa relativamente, dato che nella pratica si usa sempre il reticolato internazionale, di cui parleremo ora.

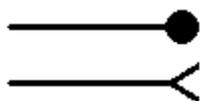


Figura 16: i simboli per tracciare il reticolato Gauss-Boaga

Un altro modo per determinare la posizione di un punto sulla superficie terrestre è quello di usare le **coordinate chilometriche**, ricavate con il **reticolato chilometrico**, che si trova già segnato sulla cartina. Questo, tracciato con la proiezione **U.T.M.** (Universal Trasversa Mercatore), divide la carta in tanti quadrati di 1 km di lato. Ai margini delle linee del reticolato sono segnati dei numeri, crescenti verso l'alto e verso destra: sono delle divisioni dei quadrati di 100 km di lato di e ovviamente sono 100 (vedere figura 16).

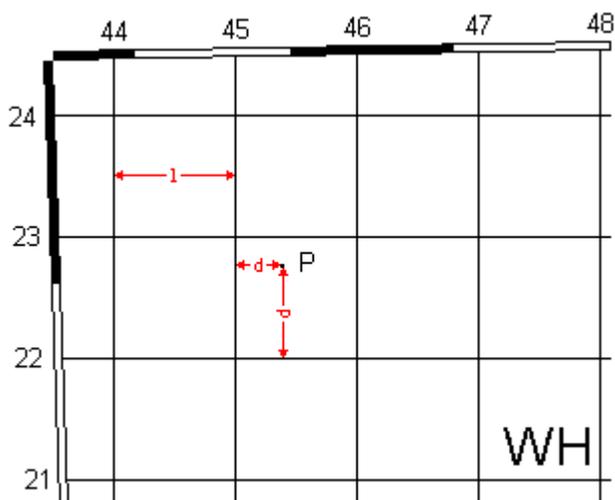


Figura 16: il reticolato chilometrico

Le coordinate chilometriche sono espresse con 6 parametri. Ad esempio, considerando lo stesso punto P visto prima:

33T WH 45 38 22 76

Il primo indica la zona della superficie terrestre; il secondo il quadrato di 100 km; il terzo ed il quinto il **meridiano reticolato** ed il **parallelo reticolato** più vicini al punto col numero più basso; il quarto ed il sesto la **distanza dal reticolato**, espressa in metri.

Quest'ultima misura si ottiene in due modi:

1. con una proporzione simile a quella vista sopra per misurare le coordinate geografiche:

$$l : 1000 = d : x$$

dove l è la lunghezza del lato del quadrato sulla carta e dipende dalla scala (2 cm per 1:50.000, 4 cm per 1:25.000, ecc.); **1000** sono i metri (reali) a cui corrisponde il lato del quadrato; d è la distanza sulla carta in centimetri del punto dal reticolato; x è il valore da calcolare.

2. con il **coordinatometro**, uno strumento, che possiamo vedere in figura 17, che si trova riprodotto su tutte le cartine, il quale consente una lettura diretta delle coordinate. E' formato da due scale uguali perpendicolari graduate da 0 a 10, dove ogni tacca vale 100 m; ognuna di queste divisioni è ulteriormente suddivisa in 5 parti, corrispondenti a 20 m. Per poter essere usato, il coordinatometro deve essere fotocopiato su una carta da lucido, cioè trasparente. La misura si legge appoggiando lo zero in corrispondenza del punto e le due scale verso il meridiano ed il parallelo reticolato col numero più basso (vedere figura 18).

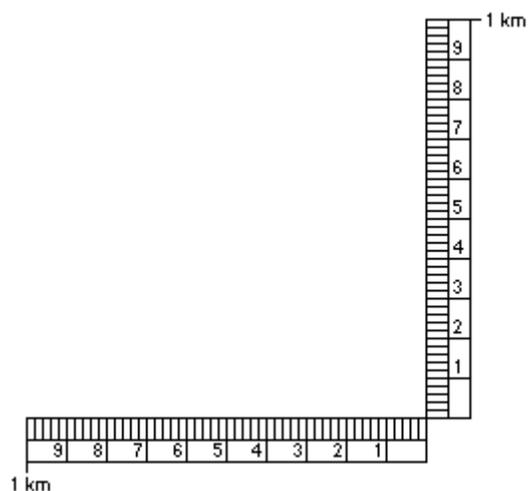


Figura 17: il coordinatometro

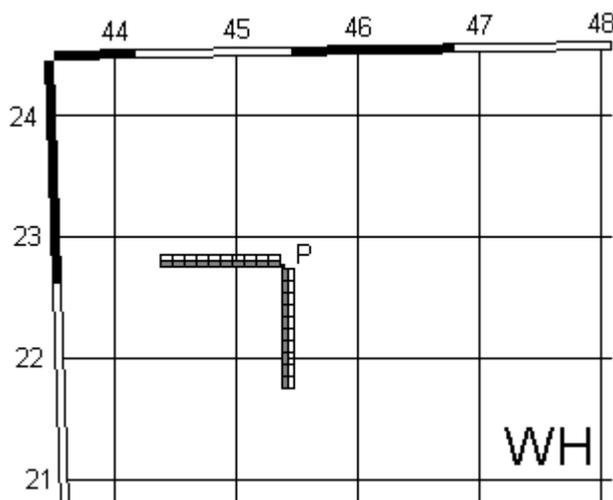


Figura 18: come si usa il coordinatometro

Orientamento della carta e determinazione del punto

Orientare una carta topografica significa **metterla nella posizione giusta per poterla usare**, in modo che i suoi punti cardinali si trovino sistemati come sono nella realtà. Esistono fondamentalmente due metodi per fare ciò: quello "a vista" e quello strumentale.

Il primo sistema è piuttosto grossolano e consiste nel localizzare due o tre **punti di riferimento**, andarli a trovare sulla carta e ruotare quest'ultima finché i punti si trovano nella stessa posizione in cui si vedono nella realtà. Se ci serve un po' più di precisione dobbiamo usare la bussola: sapendo che in tutte le cartine il bordo superiore è orientato verso nord, basta appoggiare la bussola su uno dei due **bordi verticali** e ruotare il foglio finché l'ago è **parallelo al margine**, come in figura 19.

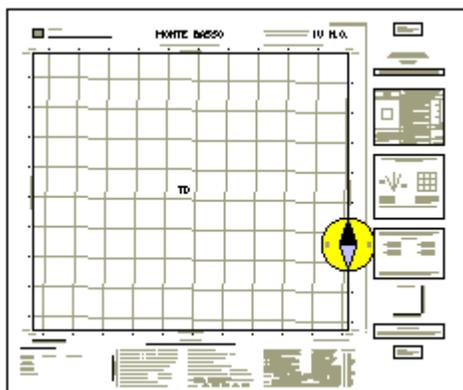


Figura 19: orientamento della cartina con il metodo strumentale

Per avere una misura ancora più precisa, però, bisogna tenere conto anche della declinazione magnetica, dato che le cartine sono riferite al nord geografico e la bussola punta al nord magnetico, come spiegato nella lezione n. 2. Nella parte destra della carta topografica c'è uno specchietto, di cui si parla nella lezione n. 8, dove sono indicati il valore della declinazione alla data del rilevamento e le sue variazioni nel tempo: in Italia questa si sposta verso est di circa 7 primi di grado l'anno e quindi basta moltiplicare 7' per il numero di anni trascorsi dal rilevamento. Il risultato va sottratto se la declinazione originale era occidentale e sommato se questa era orientale (ciò lo si vede sempre dallo stesso specchietto). Mettiamo ad esempio che dal rilevamento siano passati 24 anni. Allora si ha:

$$24 \times 7' = 168' = 2^\circ 48'$$

Se la declinazione all'epoca era occidentale e valeva $1^\circ 22'$, quella attuale è:

$$1^\circ 22' - 2^\circ 48' = -1^\circ 34'$$

Non a caso abbiamo riportato un esempio del genere: il valore negativo così ottenuto significa che nel corso degli anni il nord magnetico si è spostato talmente da far cambiare il senso della declinazione e se otteniamo addirittura un valore zero vuol dire che ci troviamo in un anno particolare, in cui in quella zona dell'Italia il nord magnetico ed il nord geografico sono perfettamente allineati.

Dopo aver fatto i vari calcoli, per orientare la cartina ora ci serve l'apposita **scala graduata**, che solitamente è situata nell'angolo in alto a destra, ma a volte può trovarsi anche al centro. Naturalmente non ci possiamo scrivere direttamente sopra e per non rovinarla gli sovrapponiamo un foglio di carta da lucido.

Seguendo la figura 7.2, vediamo che nella zona in alto dobbiamo riportare il risultato dei calcoli, che nel nostro caso è $1^\circ 34'$, dalla parte sinistra se la declinazione è occidentale e dalla destra se è orientale. Nelle carte più vecchie c'è solo la scala sinistra e se noi dobbiamo segnare un valore negativo dobbiamo prima annotarlo su questa e poi tracciare dalla parte opposta un segmento di lunghezza uguale alla misura appena ottenuta. Adesso possiamo congiungere questo tratto con il **punto P** stampato in basso. La figura 7.2 mostra proprio questo caso, che è il più "laborioso". Capirete ovviamente che questa figura non è in scala, perché la linea verticale in realtà è lunga una quarantina di centimetri e quindi la riga rossa tratteggiata non è inclinata realmente di $1^\circ 34'$, ma molto di più.

Ora la cartina può essere orientata verso il nord geografico facendo coincidere l'ago della bussola con la linea verticale appena disegnata.

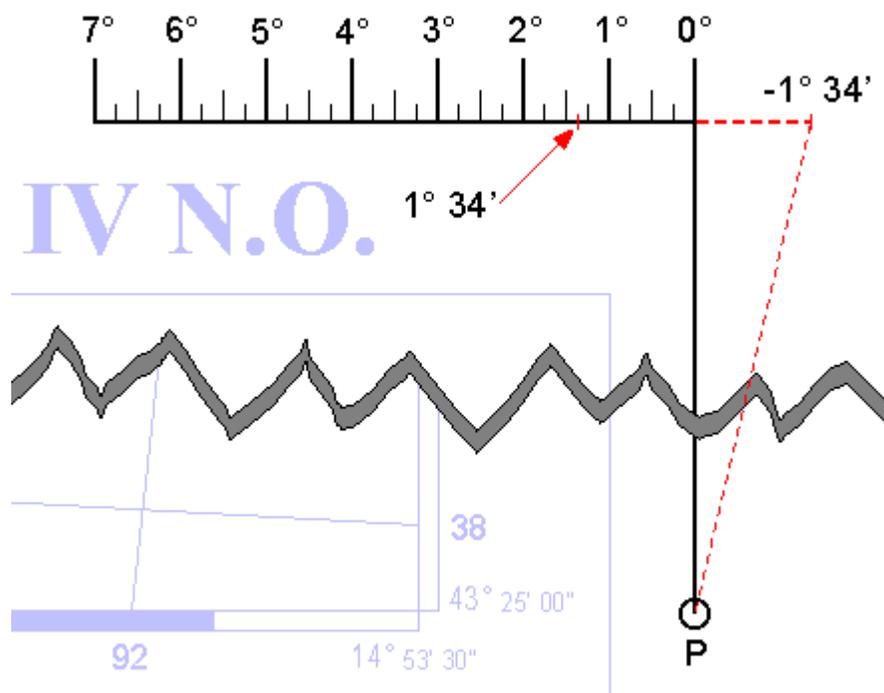


Figura 20: orientamento della cartina tenendo conto della declinazione

Si intende però che tutto questo discorso ha un senso solo se ci troviamo in una zona dove la declinazione è molto forte o se ci serve una precisione al metro, per cui nella pratica quotidiana è sufficiente allineare la bussola con il bordo, come spiegato all'inizio.

La tabella qui sotto mostra chiaramente i metri di errore che si compiono per ogni chilometro, camminando senza tenere conto della declinazione.

Declinazione		Errore di percorso	
0°	30'	8,7	m
1°	00'	17,5	m
1°	30'	26,2	m
2°	00'	34,9	m
2°	30'	43,6	m
3°	00'	52,3	m
3°	30'	61	m
4°	00'	69,8	m
4°	30'	78,5	m
5°	00'	87,2	m

Adesso che abbiamo orientato la carta, vediamo di capire qual è la nostra posizione mediante l'**autodeterminazione del punto**. Se siamo all'interno di un bosco fitto dobbiamo prima cercare di uscirne, per godere di una visuale ampia. Prendiamo ora un **lucido** e ci tracciamo sopra una linea lunga a piacere, quindi lo sistemiamo ben orizzontale su una superficie rigida e lo ruotiamo fino ad orientare con la bussola la linea appena disegnata lungo l'asse nord-sud, come se fosse il bordo di una cartina. A questo punto teniamo il foglio sempre fisso mentre determiniamo l'azimut di tre punti di riferimento qualsiasi

(abbastanza lontani fra loro) che riusciamo a vedere da dove ci troviamo; poi tracciamo sul lucido col goniometro ed il righello i tre angoli misurati, come in figura 21.

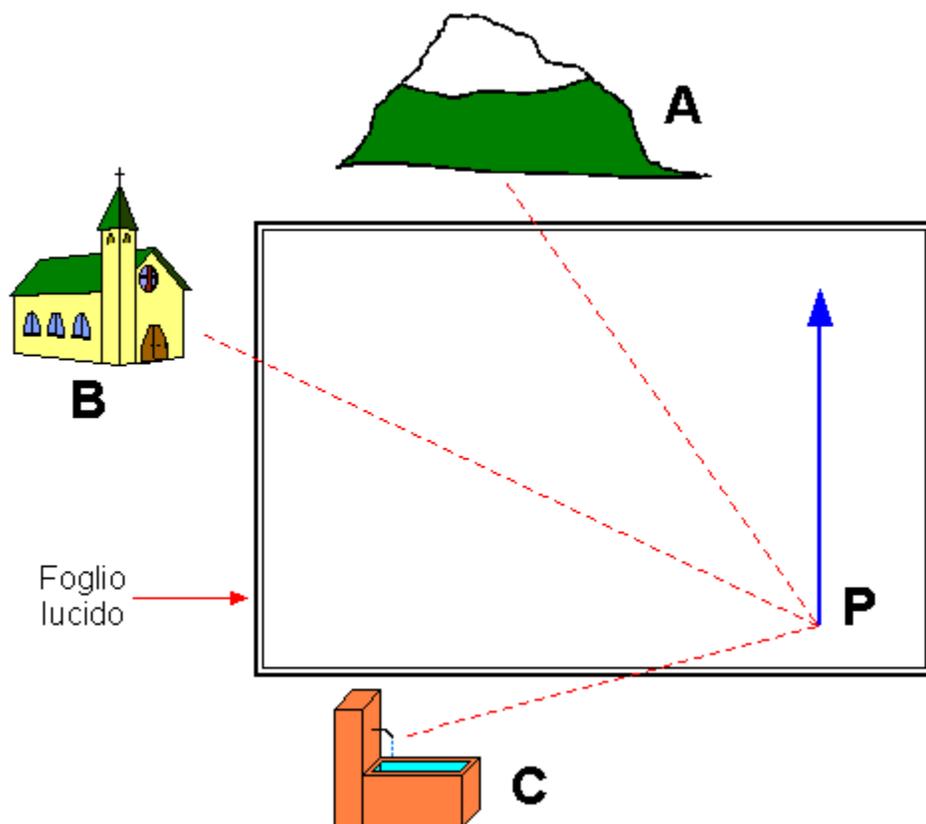


Figura 21: rilevamento dell'azimut dei punti di riferimento

Adesso possiamo spostare il lucido sulla carta topografica, facendo coincidere le tre linee con i tre punti di riferimento individuati sulla cartina stessa. Come mostrato in figura 22, il punto P dove ci troviamo noi è quello dove si incontrano le linee. Questo procedimento si può fare anche con due soli punti, ma con tre la precisione è maggiore.

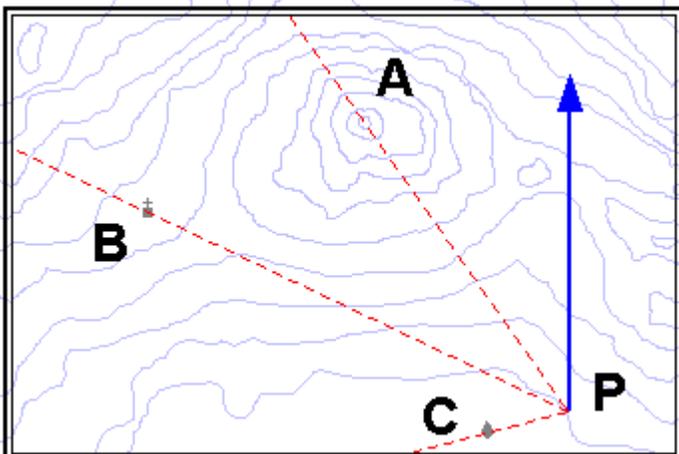


Figura 23: l'autodeterminazione del punto

La carta topografica

In questa lezione ci riferiremo alla classica tavoletta dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000. Osserviamo con attenzione la figura 24: riproduce in piccolo una cartina, sulla quale sono stati evidenziati tutti i particolari in essa presenti.

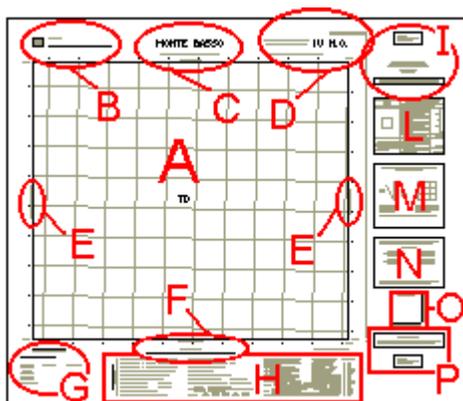


Figura 24: come è organizzata la tavoletta 1:25.000 dell'I.G.M.

Analizziamo ora una per una tutte le parti che compongono la tavoletta.

A. Si tratta naturalmente della cartina vera e propria; su di essa è disegnato il reticolato chilometrico U.T.M., alle cui coordinate corrispondono i numeri indicati; lungo i bordi ci sono le strisce bianche e nere che servono per tracciare il reticolato geografico, i cui valori estremi di latitudine e longitudine sono stampati ai quattro angoli.

B. (Figura 25). In alto a sinistra ci sono diverse informazioni: la griglia di 4 quadretti per 4 rappresenta il foglio di cui fa parte la tavoletta e la parte riempita di nero indica proprio la sua posizione fisica; se qualche quadratino manca significa che di quella zona non esiste la relativa cartina, perché ci si trova al di fuori dei confini nazionali o in mare; ai quattro lati di questa griglia sono riportati i numeri dei fogli adiacenti (anche qui se non c'è scritto nulla vuol dire che non esiste); alla destra in alto c'è il titolo della tavoletta e in basso il numero del foglio.



Figura 25: la zona in alto a sinistra della cartina

C. Al centro in alto è scritto il titolo della cartina, in grande; subito al di sotto c'è la frase: *"Longitudine Est [oppure Ovest] dal meridiano di Roma (Monte Mario)"*.

D. Nella parte superiore destra è stampata la seguente dicitura: *"Le coordinate geografiche sono riferite all'Ellissoide Internazionale orientato a Roma (M. Mario). Longitudine di Roma M. Mario da Greenwich"*; subito a destra è scritta in grande la posizione della tavoletta all'interno del foglio (ad esempio *"IV S.O."*); sopra questa indicazione c'è la scala graduata per orientare la carta tenendo conto della declinazione magnetica.

E. Ai quattro lati della cartina sono riportati i nomi delle tavolette adiacenti, come già visto per la griglia della zona "B".

F. Subito sotto, invece, c'è la scala grafica.

G. La zona inferiore sinistra ci informa che: *"L'equidistanza è di metri 25 (Per le curve a tratti è di m 5)"*; ovviamente si riferisce alle curve di livello; più in basso sono stampati la dicitura *"Istituto Geografico Militare"*, i dati del rilevamento (anno, aggiornamenti, tipo di rilievo) e addirittura i nomi dell'operatore rilevatore e del capo sezione che l'hanno eseguito.

H. La legenda occupa tutta la restante parte bassa.

I. La zona in alto a destra comprende: un riquadro che riporta la serie, i dati identificativi del foglio e l'edizione; poi la scritta *"Reticolato chilometrico nella proiezione conforme Universale Trasversa di Mercatore - Sistema U.T.M."*; infine, in un altro riquadro, la scritta *"Le linee contrassegnate da numeri neri indicano il reticolato U.T.M., fuso 33 [oppure 32], ellissoide internazionale"*.

L. (Figura 8.3). Nello specchio contrassegnato dalla lettera L è mostrato un *"Esempio di designazione di un punto con l'approssimazione di 100 metri"*; il quadratino nella parte destra rappresenta la cartina con indicato il quadrato di 100 km.

DESIGNAZIONE DI ZONA: 32 T	ESEMPIO DI DESIGNAZIONE DI UN PUNTO CON L'APPROSSIMAZIONE DI 100 METRI
Identificazione del quadrato di 100 chilometri di lato: 	NOME DEL PUNTO: Rifugio dei lupi 1) leggere il valore del meridiano nel tabella immediatamente ad Ovest del punto considerato e regolarsi sulle dite sottili in carattere grande: misurare col coordinatore in ellittico la distanza tra il punto e la linea sottile; 2) leggere il valore del parallelo nel tabella immediatamente a Sud del punto considerato e regolarsi sulle dite sottili in carattere grande: misurare col coordinatore in ellittico la distanza tra il punto e la linea sottile; DESIGNAZIONE DEL PUNTO: 483617
Trascurare nella designazione del punto le dite sottili in carattere piccolo di ogni numero del reticolato. Queste sono utilizzate nei calcoli. Usare soltanto le dite sottili in carattere più grande.	Proporre le lettere che contraddistinguono il quadrato di 100km di lato quando non si è certi che il destinatario della segnalazione già le conosca inequivocabilmente: MK483617 Proporre parimenti la designazione di zona quando non si è certi che la stessa sia già ben nota: 32TMK483617

Figura 26: Lo specchio che spiega come trovare le coordinate chilometriche

M. (Figura 27). Il riquadro M riporta la *"Declinazione magnetica (al 1° gennaio xxxx) e convergenza al centro della carta"*; i vettori disegnati a sinistra mostrano gli angoli tra il nord geografico, il nord del reticolato ed il nord magnetico con i loro valori

indicati a fianco; nel grafico a destra invece ci sono delle linee che, più o meno come le isoipse, uniscono i punti con lo stesso valore di declinazione, con l'intervallo di 5'.

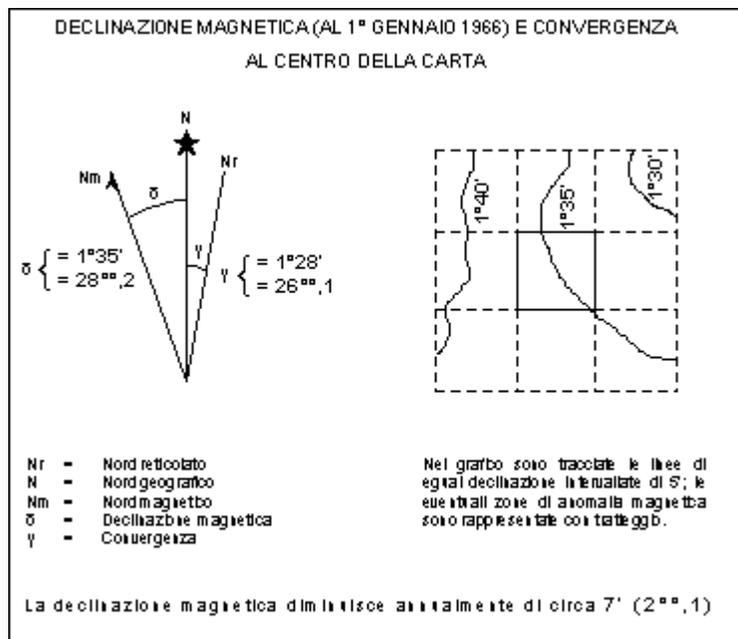


Figura 27: Il grafico sui valori della declinazione magnetica

N. (Figura 28). Lo specchietto N riporta i valori da inserire ai lati della cartina qualora si voglia tracciare il reticolato chilometrico Gauss-Boaga.

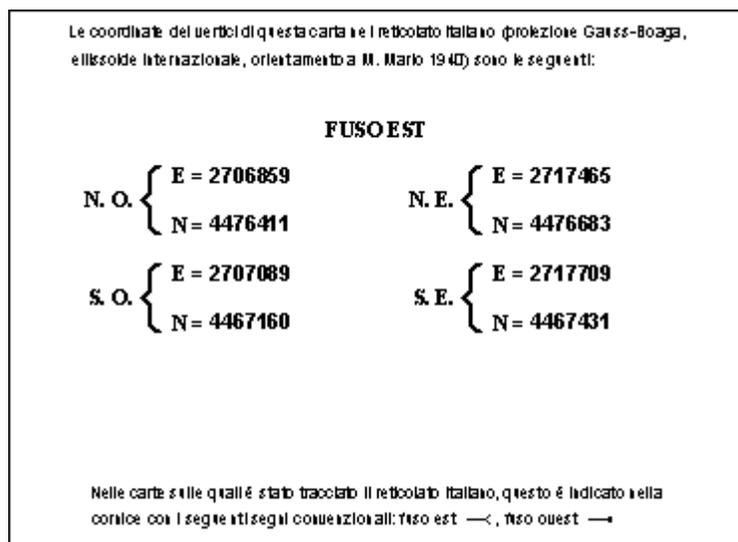


Figura 28: Lo specchietto per la costruzione del reticolato Gauss-Boaga

O. In questa zona si trova il coordinatometro.

P. Ed infine nella parte più bassa troviamo un riquadro con scritto: "Avvertenza: nella designazione del punto occorre premettere sempre le lettere indicatrici del quadrato di 100 km"; ancora più sotto è ripetuto lo stesso riquadro che si trova in alto, quello descritto alla lettera I.

Misura della distanza tra due punti

La distanza più facile da trovare tra due punti è quella **in linea d'aria**, non tenendo conto degli eventuali ostacoli frapposti, dei percorsi delle strade e delle differenze di altitudine. Ci sono almeno due metodi per farlo:

misurare la distanza sulla carta (chiamata **planimetrica**) con un righello e poi moltiplicare il valore letto in millimetri per la scala numerica (vedere figura 30);

fissare la misura presa con un compasso, o con due segni di matita sul bordo di un foglio di carta, e riportarla così com'è sulla scala grafica (vedere figura 31).

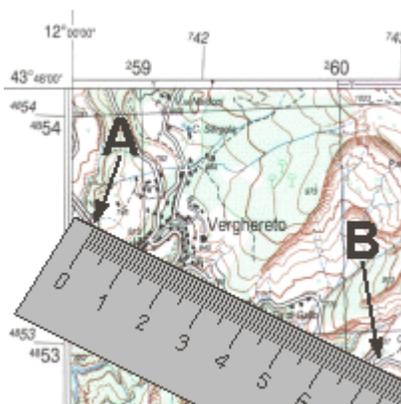


Figura 30: misura della distanza con un righello

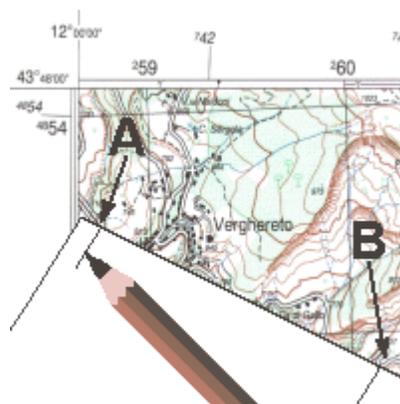


Figura 31: misura presa con due segni su un foglietto

Di solito, però, la distanza che ci interessa non è quella presa in linea d'aria, ma quella che dobbiamo percorrere lungo una strada o un sentiero non rettilinei. Anche in questo caso ci sono più metodi, da usare a seconda degli strumenti che abbiamo a disposizione.

Si può utilizzare un apposito strumento chiamato **curvimetro**, il quale, nella sua forma classica, che possiamo vedere in figura 32, assomiglia ad un cronometro: ha una rotella nella parte inferiore ed un quadrante circolare con una lancetta e diverse scale graduate. Si fa scorrere la rotella lungo l'itinerario da misurare ed alla fine si legge direttamente la distanza sulla graduazione corrispondente alla scala della cartina. Il curvimetro di tipo digitale, come quello di figura 33, assomiglia invece ad una normale penna a sfera, un poco più grossa del normale, e la lettura avviene direttamente su un display a cristalli liquidi, dopo aver impostato la scala giusta attraverso dei pulsantini.

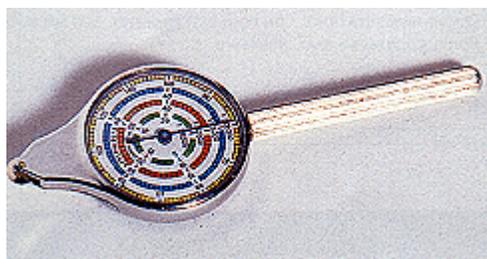


Figura 32: il curvimetro analogico classico



Figura 33: il curvimetro digitale

Non possedendo un curvimetro, si può utilizzare il metodo del **compasso a due punte**, aperto di pochi millimetri con una misura quanto più precisa possibile. Questa misura deve essere riportata col compasso dall'inizio alla fine dell'itinerario, quindi bisogna moltiplicare il numero di volte che è stata ripetuta per la misura dell'apertura e poi per la scala. Seguiamo l'esempio della figura 10.5, che ha delle proporzioni volutamente esagerate per mostrare meglio il sistema. Il compasso è stato aperto a 5 millimetri ed è stato riportato lungo il percorso per 21 volte, quindi:

$$5 \times 21 = 105 \text{ mm}$$

Moltiplichiamo ora per la scala, ad esempio 1:25.000:

$$105 \times 25.000 = 2.625.000 \text{ mm} = 2.625 \text{ metri}$$

Bisogna tenere conto che più la strada è sinuosa, più piccola deve essere l'apertura del compasso: osservate ad esempio nella figura 34 i tratti più curvi, come il 7 e il 17, come si nota che sono più lunghi di 5 millimetri.

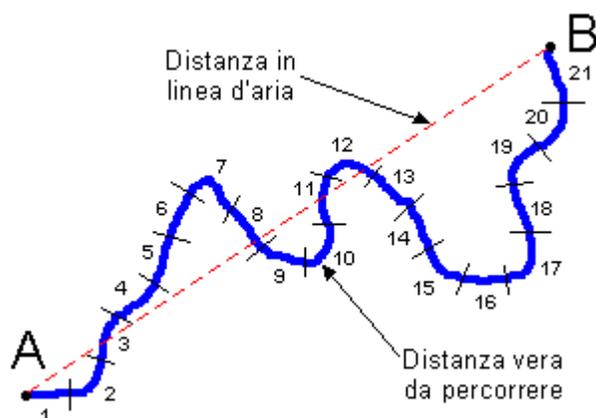


Figura 34: misura della distanza col compasso a due punte

Il metodo della **rettifica del percorso** è meno preciso, ma si può usare in mancanza del compasso. Come illustrato in figura 35, l'itinerario viene diviso in tanti brevi tratti all'incirca rettilinei, i quali vengono segnati sul bordo di un foglio di carta uno di seguito all'altro. Si ottiene così sul foglio una linea retta, che è facilmente misurabile con un righello o direttamente con la scala grafica.

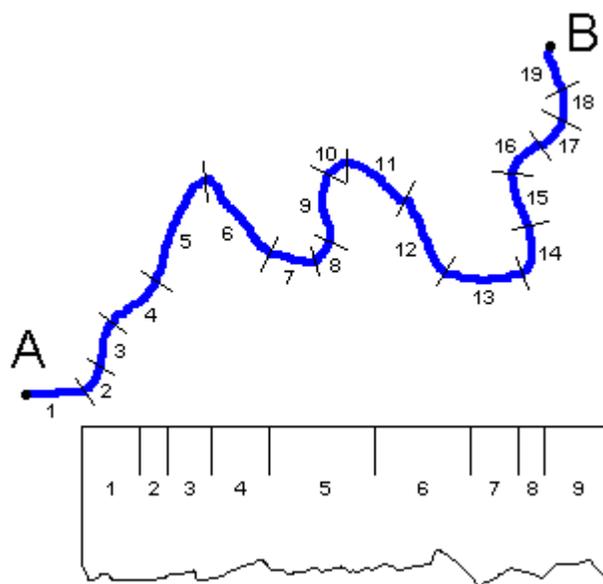


Figura 35: la rettifica del percorso

E se malauguratamente non abbiamo a disposizione nessuno strumento di misura oppure vogliamo cimentarci in complessi calcoli matematici? La distanza in linea d'aria tra due punti può anche essere ottenuta per via teorica, conoscendone le coordinate chilometriche. Procediamo osservando la figura 36 e l'esempio seguente.

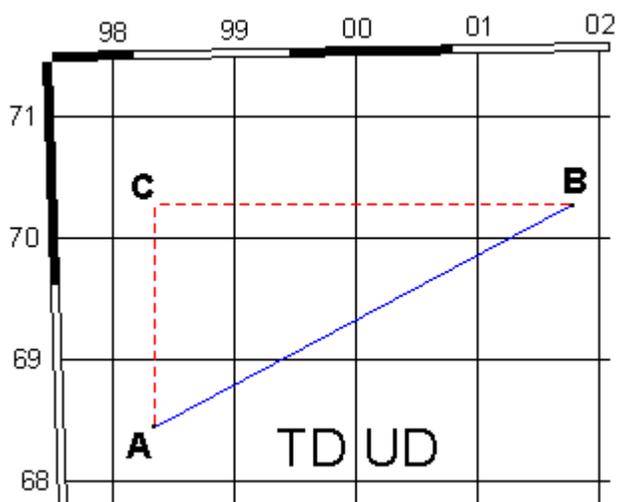


Figura 36: calcolo della distanza per via teorica

Le coordinate del punto A, trascurando la zona ed il quadrato di 100 km, sono 98 32 68 44 e quelle di B sono 01 78 70 26. Sottraiamo ora tra loro (il più piccolo dal più grande) i due valori del meridiano reticolato e i due del parallelo reticolato, inserendo una virgola tra il valore intero e quello frazionario, per ottenere la misura di AC e BC:

$$AC = 70,26 - 68,44 = 1,82$$

$$BC = 1,78 - 98,32 = 3,46$$

Non a caso abbiamo riportato la situazione in cui si passa da un quadrato all'altro, perché nel nostro esempio avremmo sbagliato a calcolare $98,32 - 1,78$: dobbiamo infatti considerare questa coordinata come $101,78$. Continuando il calcolo, applichiamo ora il teorema di Pitagora:

$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = \sqrt{1,82^2 + 3,46^2} = 3,9 \text{ km}$$

Questo valore possiamo facilmente verificarlo con uno dei metodi visti sopra.

Qualunque sistema venga usato bisogna tenere presenti gli eventuali dislivelli: in generale, le distanze prese sulla cartina risultano sempre inferiori a quelle reali. Nel caso serva una maggiore precisione di calcolo.

Altimetria

Finora ci siamo occupati della cosiddetta **planimetria**. Per studiare anche i rilievi e le depressioni della superficie terrestre dobbiamo invece ricorrere all'**altimetria**. Prima di vedere, però, come questi vengono disegnati sulla carta, bisogna chiarire alcuni concetti importanti.

Osserviamo la figura 37: A e B sono due punti, visti di lato, che si trovano a due altitudini diverse; tra di loro esiste quindi un certo **dislivello**, rappresentato dal segmento BC. Se invece guardiamo A e B dall'alto, la distanza tra di loro ci appare minore, come se fosse quella planimetrica, e cioè come il segmento AC.

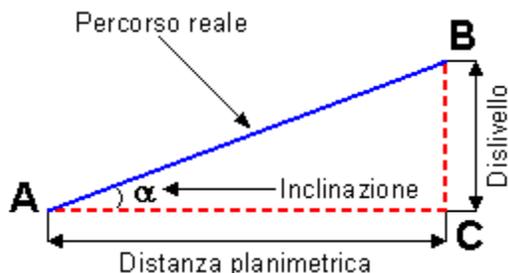


Figura 37: dislivello, inclinazione e distanza planimetrica

Si definisce **inclinazione** la misura dell'angolo α formato dal percorso reale con la sua distanza planimetrica ed è espressa in gradi sessagesimali. Si definisce **pendenza** il rapporto tra il dislivello e la distanza planimetrica e solitamente è misurata con valori percentuali. Sempre seguendo la figura 11.1, abbiamo quindi che:

$$p = \frac{BC}{AC} \cdot 100 = \text{tg } \alpha \cdot 100$$

Chi conosce la trigonometria avrà riconosciuto la funzione *tangente* dell'angolo inclinazione. A chi invece non sa che cosa significa basti sapere che la tangente si trova con una calcolatrice scientifica scrivendo il numero dei gradi e premendo il tasto "tan". Se non ne avete una a disposizione, potete usare la tabella qui sotto, che riporta alcuni valori fino a 45° .

Inclinazione (α)	Pendenza (p)
5°	8,7%
10°	17,6%
15°	26,8%
20°	36,4%
25°	46,6%
30°	57,7%

35°	70%
40°	83,9%
45°	100%

Per avere un'idea un po' più chiara di che cosa sia la pendenza, si può dire che un valore ad esempio del 7% significa che ogni 100 metri di strada in orizzontale si sale o si scende di 7 metri. Ed è sempre questo valore ad essere riportato sui segnali stradali di "salita ripida" e "discesa pericolosa".

Quando la pendenza supera i 45° si parla di **scarpata** e non si esprime più in percentuale ma in frazioni: ad esempio 1/4 significa che ogni metro in senso orizzontale si sale o si scende di 4 metri.

Occorre infine precisare che in topografia non si parla di altezza, ma di **altitudine** e che questa è sempre riferita al **livello del mare**. L'altitudine si misura con uno strumento chiamato **altimetro**, il quale è composto praticamente da un **barometro** che rileva le variazioni della pressione atmosferica al variare della quota. Gli altimetri degli aerei, invece, misurano il tempo di andata e ritorno di un impulso elettromagnetico emesso dallo strumento stesso e riflesso dal suolo; si tratta quindi di un'altitudine relativa al luogo dove ci si trova.

Abbiamo visto come si calcola la distanza tra due punti, ma non abbiamo tenuto conto delle eventuali differenze di quota. Se infatti esiste un dislivello non trascurabile, per ottenere una misura ancora più precisa si può procedere come nell'esempio seguente, illustrato nella figura 11.2: il punto A è a 656 metri di altitudine, il punto B è a 895 metri e la distanza planimetrica tra i due è di 1420 metri. Il dislivello è quindi di:

$$895 - 656 = 239 \text{ m}$$

Ora non ci resta che applicare il teorema di Pitagora:

$$AB = \sqrt{AC^2 + BC^2} = \sqrt{1420^2 + 239^2} = 1440 \text{ m}$$

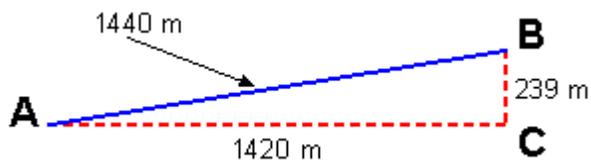


Figura 38: come si misura la distanza tra due punti a quote diverse

E se non avete a disposizione una calcolatrice vi può venire come sempre in aiuto la scala grafica: vi basta riprodurre il solito triangolo su un foglio di carta e poi misurare l'ipotenusa (il lato più lungo) con il sistema che ritenete più opportuno.